

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

No. 3

(11)Publication number : 09-199438

(43)Date of publication of application : 31.07.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/22  
C30B 33/02  
H01L 21/68

(21)Application number : 08-022007

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 12.01.1996

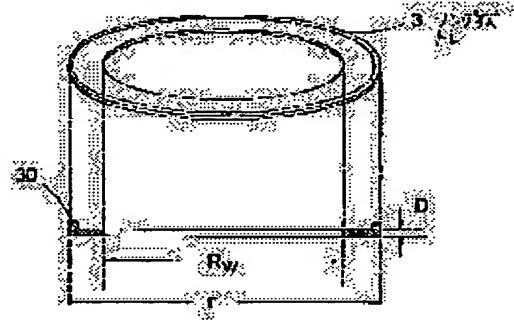
(72)Inventor : YAMAGA KENICHI  
SHIMAZU TOMOHISA  
MONOE OSAMU

## (54) HEAT TREATING JIG

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent crystal defects which are called slips and warp when, by use of a heat treating jig provided with a ring-like tray, a silicon wafer of 12-inch size is heated in a vertical heating furnace.

**SOLUTION:** Ring-like trays 3 are respectively horizontally fixed to a plurality of vertical props to constitute a heat treating jig. The inner radius  $R$  of the ring-like tray is 220mm to 250mm, the thickness  $D$  of a support face is 2 to 4mm and the array pitch is 18mm to 22mm. In order to determine the inner radius of the ring-like tray, in comparison with simulation results as to how a shearing stress is changed by the weight of a wafer  $W$  of 12-inch size according to the inner radius and an allowable stress (yield shearing stress) of silicon at 1150° C, the relation between the difference in temperature in a wafer face when a temperature increases or decreases and the inner radius is grasped, so that determination is made from both aspects of the shearing stress of a wafer by the weight and the shearing stress by the difference in temperature in a face.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-199438

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/22	5 1 1		H 0 1 L 21/22	5 1 1 G
C 3 0 B 33/02			C 3 0 B 33/02	
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	U

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-22007

(22) 出願日 平成8年(1996)1月12日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 山賀 健一

神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41号 東京エレクトロン東北株式会社相模事業所内

(72) 発明者 島津 知久

神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41号 東京エレクトロン東北株式会社相模事業所内

(74) 代理人 弁理士 井上 俊夫

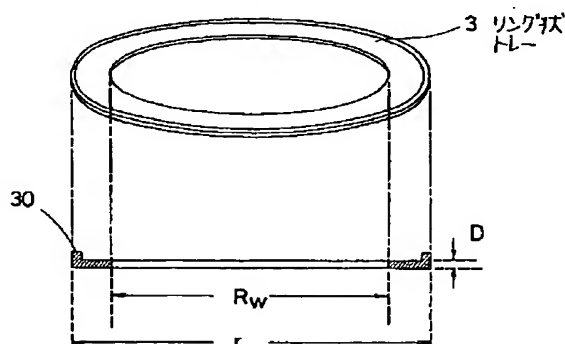
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱処理用治具

(57) 【要約】

【課題】 リング状トレーを備えた熱処理用治具を用いて、12インチサイズのシリコンウエハを縦型熱処理炉内で熱処理するにあたり、スリップと呼ばれる結晶欠陥や反り返りを防止すること。

【解決手段】 垂立する複数本の支柱にリング状トレー3を各々水平に固定して熱処理用治具を構成する。リング状トレーの内径Rは220mm~250mm、支持面の厚さDは2~4mm、配列ピッチは18mm~22mmである。リング状トレーの内径の決定については、その内径により12インチサイズのウエハWの自重によるせん断応力がどのように変わるのかというシュミレーション結果と1150℃でのシリコンの許容応力（降伏せん断応力）とを比較し、更に昇降温するときのウエハ面内の温度差と前記内径との関係を把握し、こうして自重によるウエハのせん断応力及び面内温度差によるせん断応力の両面から決定している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 支柱にリング状支持部材を各々上下に間隔をおいて設け、12インチサイズのシリコンウエハをリング状支持部材に支持させて縦型熱処理炉内に搬入出する熱処理用治具において、前記リング状支持部材の内径が120mm～250mmであることを特徴とする熱処理用治具。

【請求項2】 リング状支持部材の内径が220mm～250mm、支持面における厚さが2～4mm、配列ピッチが18mm～22mmであることを特徴とする請求項1記載の熱処理用治具。

【請求項3】 1000℃以上の処理温度で使用されるものであることを特徴とする請求項1または2記載の熱処理用治具。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、12インチサイズのシリコンウエハに対して縦型熱処理炉内で熱処理を行うために用いられる熱処理用治具に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウエハ（以下「ウエハ」という）の製造プロセスの1つとして、酸化膜の形成やドーパントの拡散などを行うために高温下で熱処理を行うプロセスがある。この熱処理を行う縦型熱処理装置においては、多数のウエハを上下に間隔をおいて搭載する熱処理用治具によりウエハが熱処理炉内にロードされ、所定の熱処理が行なわれる。このような熱処理用治具では、4本の支柱に支持溝を形成し、この支持溝にてウエハを保持させることにより、ウエハの外周縁部の4点を支持するものが一般的であるが、この他リング状トレイを棚状に配列し、各ウエハをこのリング状トレイの上に載せるリングポートなどと呼ばれる構造のものが知られている。

【0003】このリングポートは、例えば昇降温速度の早い熱処理装置に適用されている。その理由については、熱処理用治具に配列されたウエハは、互いに上下に接近しているので、下側のウエハは、上側のウエハによりヒータからの熱線が遮られ、このためウエハのエッジ部に比べて中心部の昇温速度が遅くなる。また降温時にはウエハのエッジ部の周囲は空間なので、エッジ部の方がセンター部に比べて放熱が早く、降温速度が早くなる。従って昇降温時、特に昇降温速度が早い時（降温速度は例えば強制冷却により早められる）に、ウエハ面内の温度分布の不均一の程度が大きくなり、面内温度差に基づき大きなせん断応力がウエハに発生するため、スリップと呼ばれる結晶欠陥が発生するおそれがある。なおスリップとは、目視では確認しにくい程度の微小な断層であり、拡大鏡や顕微鏡などにより見ることができ、そこで熱容量の大きい材質例えばSiCなどからなるリング状トレイ上にウエハを載せることにより、ウエ

ハのエッジ部の下面にSiCを接触させて昇温（降温）しにくいようにし、こうしてウエハのエッジ部とセンター部との昇降温速度の差を揃えるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】これまでリングポートにおいては、ウエハ面内の温度差によって生じる応力についての考慮が行われてはいるが、ウエハの自重によって生じる応力についての考慮、またこの応力とウエハ面内の温度差によって生じる応力との相乗作用についての考慮はほとんど行われていない。

【0005】一方、ウエハは大口径化が進みつつあり、そのサイズは8インチから12インチへの移行が検討されている。しかしながらウエハが12インチサイズになると、単に従来の治具の各寸法を変更したものを用いた場合、次のような問題が起こる。即ちシリコンの融点に近い温度、例えば1000℃程度の温度で熱処理を行ったときに、上記の応力の相乗作用によりスリップや反り返りがウエハに発生するおそれがある。

【0006】本発明はこのような事情の下になされたものであり、その目的は12インチサイズのシリコンウエハを熱処理する場合にスリップの発生や反り返りを防止することのできる熱処理用治具を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、支柱にリング状支持部材を各々上下に間隔をおいて設け、12インチサイズのシリコンウエハをリング状支持部材に支持させて縦型熱処理炉内に搬入出する熱処理用治具において、前記リング状支持部材の内径が120mm～250mmであることを特徴とする。

【0008】請求項2の発明は、請求項1の発明において、リング状支持部材の内径が220mm～250mm、支持面における厚さが2～4mm、配列ピッチが18mm～22mmであることを特徴とする。また請求項3の発明は、請求項1または2の発明において、1000℃以上の処理温度で使用されるものであることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の形態に係る熱処理用治具を含む縦型熱処理装置の一部を示す外観斜視図、図2及び図3は、熱処理用治具の一部を示す図である。熱処理用治具1は、上下にそれぞれ対向して配置された円形の天板11及び底板12を備え、これらの間に複数本例えば4本の支柱21～24が固定されている。なお図示の便宜上天板11は円形としてあるが、リング状であってもよいし、支柱の数は6本であってもよい。

【0010】天板11と底板12の間には、例えば34枚のリング状支持部材であるリング状トレイ3が所定の間隔をおいて平行に配置されている。この実施の形態では、ウエハWの配列ピッチP（トレイ3の配列ピッ

チ)は20mmに設定されている。リング状トレイ3の固定方法については、図3に示すように、支柱21~24に形成された溝20内にリング状トレイ3の周縁部が挿入されて保持されている。この熱処理用治具1の材質としては、SiCや石英などが用いられる。リング状トレイ3は、周縁が、ウエハWの支持面よりも少し高い段部30として形成されており、内径Rwが240mm、外径rが315mm、支持面における厚さDが3mm、段部30の幅が5.5mmに設定されている。

【0011】以上のように構成されたウエハポート1は、図1に示すように下部にフランジ部40を備えた保温筒4の上に着脱自在に装着されており、この保温筒4はポートエレベータ41上に載置されている。このウエハポート1の上方側には縦型炉5が配置されている。51は縦型熱処理炉5内の図では見えない反応管内に所定のガスを供給するガス供給管、52は反応管内を排気する排気管である。

【0012】次に上述の作用について説明する。先ず別の領域においてウエハポート1へのウエハWの受け渡しを行うが、この受け渡しは、図示しない突上げ機構をリング状トレイ3の中を通過するように上昇させ、搬送アーム上の12インチサイズのシリコンウエハWをこの突上げ機構を介してリング状トレイ1の上に載置することにより行われる。

【0013】このようなウエハWの受け渡しを例えばウエハポート1の上段側から順次行い、ウエハポート1に所定枚数例えば34枚搭載した後、ポートエレベータ41上の保温筒4の上にウエハポート1を移載し、ポートエレベータ41を上昇させてウエハWを縦型熱処理炉5内にロードする。例えば約1150℃の温度で熱処理を行う場合は、縦型熱処理炉5内は例えば約800℃に加熱されており、ウエハWがロードされた後例えば最大昇温速度50℃/分で約1150℃まで昇温され、所定の熱処理が行われる。その後ポートエレベータ41が下降して、ウエハWがアンロードされ、ウエハポート1が別の領域に移し換えられて、上述と逆の操作でウエハWがウエハポート1から取り出される。

【0014】このような実施の形態によれば、1000℃を超える例えば1150℃程度の温度で熱処理を行っても、リング状トレイ3の内径が240mmに設定されているため、ウエハWにスリップが入ったり、反り返りが起こったりするおそれはない。その理由は、後述の説明から分かるように、リング状トレイ3の内径により12インチサイズのウエハWの自重によるせん断応力がどのように変わるのかというシュミレーション結果と1150℃でのシリコンの許容応力(降伏せん断応力)とを比較し、更に昇降温するときのウエハ面内の温度差とリング状トレイ3の内径との関係を把握し、こうして自重によるウエハのせん断応力及び面内温度差によるせん断応力の両面からリング状トレイ3の内径を決定している

からである。

【0015】上述の例において、熱処理後のすべてのウエハについて表面を観察したところスリップの発生は見られず、また反り返りの起こったウエハもなかった。ただし12インチサイズのウエハとは、ウエハの直径がほぼ12インチであるということであり、300mmのものも含まれる。

【0016】以下に本発明に至るまでの経緯について述べる。従来までの8インチウエハでは、ウエハの自重応力が小さく、この自重応力が許容応力付近になってスリップが発生するといったおそれはなかった。リング状トレイの内径の許容値がどのくらいであるかということを考えなくてよかった。ここに本発明者は、ウエハサイズが12インチになるとウエハの自重が大きくなり、一方処理温度が1000℃付近を超える熱処理が行われるようになり、高温になると許容応力が小さくなって、この結果スリップの発生を招くことになるので、リング状トレイの内径を適切な値に選定することによってウエハのせん断応力を最小限に抑えることに着眼した。

【0017】以下に12インチウエハを載せるリング状トレイの内径の許容値について述べる。リング状トレイの場合ウエハが完全な平面で支持されている保証がない。何故ならウエハは自重により周縁部に比べて中央部が下がった碗状に歪むからである。従ってリング状トレイの内径を支持直径とみなすことができる。そしてウエハの歪み方によっては支持点が3点のみになることがあり、このときにはウエハに加わるせん断応力が最も大きくなる。このため3点支持のときのウエハのせん断応力が許容応力を越えないように設計する必要がある。

【0018】図4はウエハを3点で支持したときの支持直径に対する自重応力の最大値を示している。即ち図5に示すように正三角形の頂点に対応する位置にて支持点S1~S3を設定し、この支持点S1~S3を含む円Cの直径即ち支持直径Rwを横軸にとっている。また図4において、点線(イ)、(ロ)、(ハ)、(ニ)は夫々1000℃、1100℃、1150℃、1200℃におけるシリコンウエハの許容応力(降伏せん断応力)を示す。

【0019】この許容応力は温度が高くなるにつれて小さくなり、1200℃では支持直径がどのような値であっても、最大せん断応力が許容応力を越えてしまうため、理論上は1200℃の処理温度においてはウエハにスリップが発生してしまう。実際にウエハに対して熱処理炉で行われる処理温度の最高温度は1150℃程度であるため、スリップの発生を防止するためには、最大せん断応力が1150℃での許容応力のラインよりも下回るような支持直径であることが必要である。ただし許容応力と同等のせん断応力がウエハに生じると、スリップが少量入るため、支持直径は120mm~250mmであることが必要である。

【0020】以上において図4の自重応力の最大値の計算は、コンピュータによる有限要素法で行っている。またウェハの許容応力の計算は、次式に基づいて行った。 $\tau y l d = 23.17 \exp(16.1 - 0.00916T) * (d\tau/dt)^{0.4}$ ただし応力の単位はパスカル、Tは温度(°C)、tは時間(秒)であり、応力速度 $d\tau/dt$ は、経験式である $2.5 * 10^1$  (pa/s)を用いている。

$$F_{dl, \theta} = 1 - \frac{R_f^2 - dR_f \cos \theta}{\pi \left( R_f^2 + d^2 + h^2 - 2dR_f \cos \theta \right)} d\theta$$

$$h = \frac{dH(d - R \cos \theta) + H \sqrt{d^2 \sin^2 \theta (R_f^2 - R^2) + R_f^2 (R - d \cos \theta)^2}}{R^2 + d^2 - 2dR \cos \theta}$$

$R_f$  : 炉の半径  
 $R$  : ウェハの半径  
 $h$  : ウェハ上の微小面積から  
 炉壁上の微小面積までの距離  
 $H$  : ウェハ間距離

即ちこの放射形態係数が大きければ昇降温速度が早く、ウェハエッジ部はウェハ中心部よりも昇降温速度が早いので、ウェハの昇降温時に面内温度差が発生する。図6はウェハ位置(ウェハ中心からの距離)と放射形態係数との関係を示すグラフであり、a、b、cは夫々ウェハポート上のウェハピッチ(ウェハ間の相互離間距離)が18mm、20mm及び22mmのときの放射形態係数を示す。ウェハピッチの値は、18mmから22mmの間で設定される。18mmよりも狭いと搬送アームによるウェハの移載が困難になるし、22mmよりも広くすると、ウェハの最大搭載枚数が少なくなってしまい現実的ではないからである。

【0023】ところでリング状トレーの役割は、もともとウェハのエッジ部の下面を熱容量の大きな材質に接触させて昇降温速度を遅くし、これによりウェハの中央部とエッジ部との昇降温速度を揃えようとするものであり、従ってリング状トレーの内端は、放射形態係数が増加し、昇降温速度が速くなり始めるポイントに位置させることが必要である。このようなことから図6に基づいてリング状トレーの最適内端位置を求めると、ピッチが18mm、20mm及び22mmの場合夫々113mm、120mm(グラフbについては便宜上、最適位置を図示していない)及び124mmとなるが、このポイントから多少外れても面内温度均一性は確保できるため、直径でいえばリング状トレーの内径は、220mmから250mmであればよい。

【0021】一方ウェハを昇降温するとき、ウェハの面内に温度差が発生する。これはヒータからのウェハに対する放射形態係数がウェハエッジ部で急激に増加していることに起因する。放射形態係数とは、定性的に云うと温め易さであり、(数1)で表される。

【0022】

【数1】

30

40

50

【0024】以上のようにウェハの自重によるせん断応力から決まるリング状トレーの内径と、昇降温時の面内温度均一性を良くして面内温度差に基づくせん断応力を極力小さく抑えるという観点から決まるリング状トレーの内径とのオーバーラップの範囲は220mm~250mmであり、12インチサイズのシリコンウェハに対して用いられるリング状トレーの内径はこの範囲に設定すべきである。

【0025】例えば20°C/分以上の昇降温速度の早い縦型熱処理炉の場合には、リング状トレーの内径は、上記の範囲であることが好ましいが、本発明(請求項1の発明)では、昇降温速度が遅い場合には、必ずしも図6に示す放射形態係数の特性から決まる値に制限されるものではなく、120mm~250mmであればよい。

【0026】ここで厚さ3mm、材質がSiCであるリング状トレーについて、内径が250mm及び260mmのものを夫々3枚ずつ作成し、これをウェハポートの支柱に取り付けて、その上に12インチサイズのウェハを保持し、熱処理炉内にて最大昇温速度50°C/分で温度1150°Cまで昇温し、1時間加熱した。その後炉からウェハを取り出して表面を観察したところ、内径が260mmのリング状トレーを用いたウェハについては少量のスリップが見られたが、内径が250mmのリング状トレーを用いたウェハについてはスリップが全く見られなかった。

【0027】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、12インチサイズのシリコンウエハをリング状トレイを用いて熱処理するにあたり、リング状トレイの内径とウエハの自重によるせん断応力との関係についてシミュレーションを行い、その結果に基づいてリング状トレイの内径を設定しているため、スリップや反り返りの発生するおそれがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の全体を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施の形態におけるリング状トレイを示す斜視図及び断面図である。

【図3】ウエハポートの一部を示す断面図である。

【図4】ウエハの支持位置と最大せん断応力との関係を\*

\*示す特性図である。

【図5】ウエハの支持位置を示す説明図である。

【図6】ウエハの半径方向位置と放射形態係数との関係を示す特性図である。

【符号の説明】

W ウエハ（被処理基板）

1 ウエハポート

21～24 支柱

20 溝

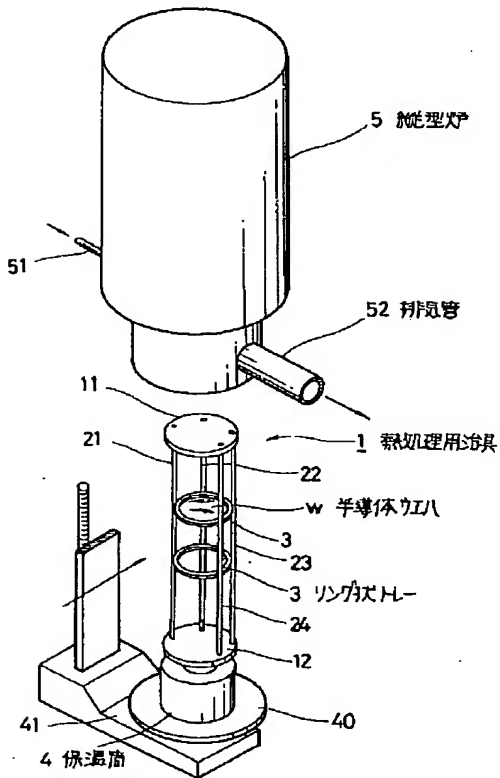
10 3 リング状トレイ

30 段部

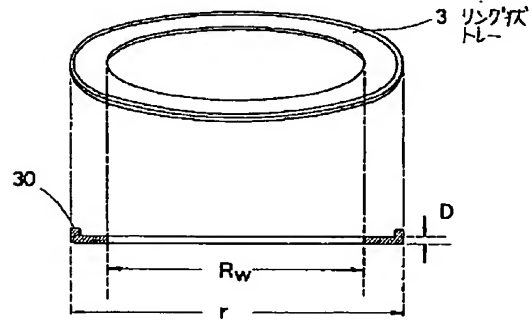
R リング状トレイの内径

r リング状トレイの外径

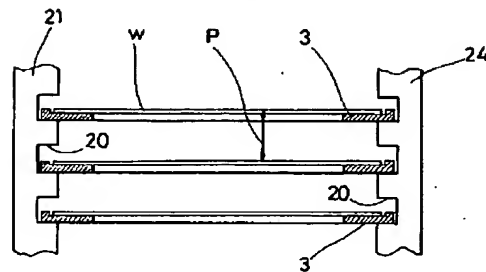
【図1】



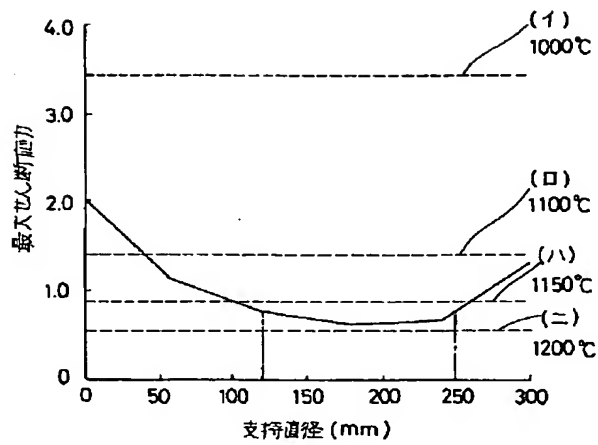
【図2】



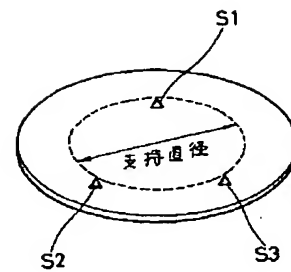
【図3】



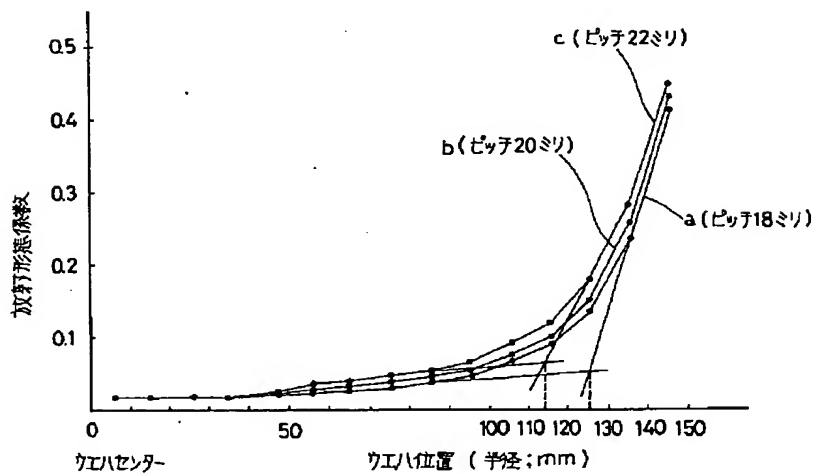
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 物江 修  
 神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41  
 号 東京エレクトロン東北株式会社相模事  
 業所内